

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-326812
 (43)Date of publication of application : 12.12.1995

(51)Int.CI.

H01S 3/18

(21)Application number : 06-116747

(71)Applicant : YOKOGAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 30.05.1994

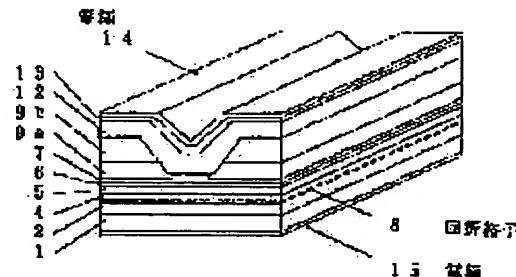
(72)Inventor : INOUE TAKESHI
NAKAJIMA SHINICHI

(54) DISTRIBUTED FEEDBACK TYPE SEMICONDUCTOR LASER AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To flatten an active layer, enable controlling refractive index difference to be small, and make self-alignment possible, by setting the refractive index of a rib layer high as compared with a clad layer, and setting the etching depth of the rib layer smaller than the horizontal width of the rib layer.

CONSTITUTION: The distributed feedback type semiconductor laser has the following on a substrate 1; a diffraction grating 3, an active layer 6, a light confinement layer 5, a rib layer, and a clad layer 12 of low refractive index which confines light in the vertical direction. The etching depth of the rib layer is set smaller than the horizontal width of the rib layer. A current constriction layer 9a having the same refractive index as the clad layer 12 is formed on the side surface of the rib layer. The current constriction layer 9a is selectively grown and formed by using a mask which has been used for working the rib layer in a stripe type. On the side surface of the current constriction layer 9a, a (111) low growth speed face is made to appear. Thereby a rib type semiconductor laser wherein the active layer is flat and the refractive index difference can be reduced is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3106852

[Date of registration] 08.09.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

路の形状と各種の曲折率であるが、各層の屈曲率と折断率の初期は高成長で後まるため問題は少ない。これに対しても横モード閉じ込めたために遅るストライプの作製精度は、リソグラフィーで決まるため問題を生じやすい。
 専門的に「P」系で一般的に用いられる、活性層を切断して「In P」を埋める方法によるものでは、横モード閉じ込めた折断率が大きいため、わずかなストライプ幅の変動で各層屈折率が大きく変化する。この問題の回遊策は、横モード閉じ込めた際の屈折率差を横モードの安定性を損なわぬ限りを上げることである。

（10008）また、量子井戸構造を活性層に用いることによる多くの利点があることは広く知られているが、量子井戸を用いた場合には量子井戸活性層成長後のプロセス中にグリーンピーカーのシフトが起こらないことが望まれる。活性層を切断して埋め込んだ構造では、量子井戸活性層の側面から埋め込み層に使う不純物が逃散して量子井戸が過温化されるため、グリーンピーカーが段階通りにならないことが多いと多くある。欠陥の発生や再結合率の発生の程度もワープロセスに依存しやすいので、この点からも活性層の加工もワープロセスによるもので、横モード層を構成する工程と、前記ストライプをマスクとして選択的に結晶成長させ、側面に（111）底成長は速度面が理解するよう電気供給層を形成する工程と、前記ストライプを除去し後、前記横モード層および電気供給層を構成する工程と、このように複数の工程で構成される。

（10009）他方、過温電流をなくす、あるいは間隔を狭めてある層の屈曲率と各層の屈折率であるが、各層の屈曲率と折断率の初期は高成長で後まるため問題は少ない。これに対しても横モード閉じ込めたために遅るストライプの作製精度は、リソグラフィーで決まるため問題を生じやすい。
 専門的に「P」系で一般的に用いられる、活性層を切断して「In P」を埋める方法によるものでは、横モード閉じ込めた折断率が大きいため、わずかなストライプ幅の変動で各層屈折率が大きく変化する。この問題の回遊策は、横モード閉じ込めた際の屈折率差を横モードの安定性を損なわぬ限りを上げることである。

（10008）また、量子井戸構造を活性層に用いることによる多くの利点があることは広く知られているが、量子井戸を用いた場合には量子井戸活性層成長後のプロセス中にグリーンピーカーのシフトが起こらないことが望まれる。活性層を切断して埋め込んだ構造では、量子井戸活性層の側面から埋め込み層に使う不純物が逃散して量子井戸が過温化されるため、グリーンピーカーが段階通りにならないことが多いと多くある。欠陥の発生や再結合率の発生の程度もワープロセスに依存しやすいので、この点からも活性層の加工もワープロセスによるもので、横モード層を構成する工程と、前記ストライプをマスクとして選択的に結晶成長させ、側面に（111）底成長は速度面が理解するよう電気供給層を形成する工程と、前記ストライプを除去し後、前記横モード層および電気供給層を構成する工程と、このように複数の工程で構成される。

【0013】
【作用】基板上に、少なくとも分布構造を得たための回路構成部と、活性層と、光閉じ込め層と、リップ層と、上下方向に光を閉じ込める遮断率のクラッシュ層を有する分離構造半導体レーザーにおいて、前記リップ層をストライプ構造により狭くなるようにする。例えば10%の1以下にする。また、リップ層の側面には、クラッシュ層と同じ曲折構造である電流挿入層を設ける。この電流挿入層はリップ層をストライプ状に加工するために用いたマスクにより選択的に構成成長させることにより形成し、電流挿入層の側面側面に(111)低成長速度面が現れるようにする。これに活性層が平坦で屈折率差を小さく保つことで、リップ層の側面側面で屈折率差を小さく保つことができる。

【0014】
[実施例] 以下図面を用いて本発明を詳しく説明する。
図1は本発明に係る半導体レーザの一実施例を示す斜視図である。第1層は、Gain層と呼ばれる材料層において断面図である。第2層は、窓層である。第3層は、窓層と呼ばれる。

【0015】(1行空白)

1

第1表	
基板1	(100) n -SiP
クラッド層2	n -InP 500 nm
画所格子3	n -GaInAsP ($\lambda_s=1.3 \mu\text{m}$) 70 nm
クラッド層4	n -InP 200 nm
SCH層5	1 -GaInAsP ($\lambda_s=1.3 \mu\text{m}$) 150 nm
活性層6	1 -GaInAsP ($\lambda_s=1.3 \mu\text{m}$) 15 nmと 1 -GaInAsP 7 nmの多層量子井戸構造
SCH層7	1 -GaInAsP ($\lambda_s=1.3 \mu\text{m}$) 150 nm
ストライプ8	S 10, 100 nm μ 2 μm mm^{-2}
電流挨拶層9	p -InP 300 nm
電極挨拶層9	p -InP 1000 nm
クラッド層10	p -InP 1000 nm
コンタクト層11	p -GaInAs 300 nm
電極14	Cr/Au
電極15	Ni/Au/Ge/Au
	ただし、GaInAsP, GaInAs はInP に格子整合 とは結晶構造に相当する光の波長

*する。この影響を小さくするには、リブ幅を広くするとほど、エッキングを浅くしてサイドエッキングを減らすことが有効である。エッキングの深さはリブ幅より浅くなるが、エッキングの深さをリブ幅の10分の1以下にすると、この表面に電子ビーム露光法（あるいは干涉露光法）と反応性オランエッキング（あるいは化学エッキング）により回折格子3を形成する。この上にグラファイト層4（第4のグラファイト層）と回折格子5（第1の光阱層）を形成する。ここまでの構造と製造方法は一般的なDFB-LDと同様である。なお、回折格子には位相シフトを含むものでもよい。

[00117] 次にプラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 法によるSiO₂膜を堆積し、フォトリソグラフにより図2 (b) に示すようなストライプ8を形成する。このストライプ8をマスクとして図2 (c) に示すようにSCH層7の表面を露出する。一方エッキング方向にSCH層7を剥離する。この段階でSCH層7の層幅と層厚が一致する。この段階でSCH層7が剥離する時、同時に堆積方向にサイドエッキングが発生する。

[00118] 回折率差はエッキング量によって影響される。表面からごくわずかにエッキングするだけであれば、エッキング深さの屈折率よりも、屈折率差の2倍程度にモニターすることができる。屈折率差の再現性をよくすることは大いに有効である。

[00119] 次に、図2 (d) に示すように、ストライプ8を遮蔽成長のマスクとして、電流露光装置9 (9a, 9b) を成長させる。第2表面に電流露光装置の遮蔽成長の範囲の一例を示す。

第2表	
成形温度	有機金属共成形法
成形圧力	650°C 760torr
材料力	トリメチルインジウム、ホスファイン 15nm/m ²
成形速度	

1) 面が現れ、この面上の成長は停止しているかあるいは非常に成長速度が遅くなっているのであるため、厚い

7

8

[0022] 次に、マスクに用了したストライプ8を除去した後、クラッド層12(第3のクラッド層)とコントラクト層13を成長させれば図2(e)のようになり、層間に電子線14と15を形成して電子線14と15を除去する。図1の半導体レーザが出来上がる。なお、さらには一般的DFB-LDと同様である。

[0023] なお、本発明は実施例に限定されるものでない。例えば、図2(a)でSCH層7の上にさらに分離層10とリップ層11を成長させ、図2(b)のよう

にストライプ8をこの上に形成し、これをマスクとしてリップ層11をエッチングするようにしてもよい。なお後述の工程は上記実施例と同じである。この場合の構成およ

び構成の具体例としては、第1表の(1)に、分離層10とリップ層11とReInAsP(1_x-1_yμm)100nm

を追加したものである。図3はこの構成における、図2(d)に対応する断面図である。この構成は、エッチャングの終点が分離層10の上面から下面の間にありますれば、屈折率差が同じにできる利点がある。

[0024] また、電波共振層9を直接抗とし(電波共振層9と9bを除けばドープIP³と)、他はすべて第1の実施例(図1、2)あるいは第2の実施例(図3)と同じにしてよい。

[0025] さらにまた、上部電極を分割して電流の注入量を調節することにより、さらにも高精度に半振波長を合わせることもできる。また回路格子としては利得あるいは吸収を抑つようした利得格合DFBとすることもできる。

[0026] 以上説明したような方法により形成された半導体レーザは、等価屈折率のストライプ幅による変化がト書きないので、発振波長を回路格子のビッチにより精度良く決めることができるので高い電流密度での高次モードカットオフに対応する。

[0027] また、電波共振層9を直接抗とし(電波共振層9と9bを除けばドープIP³と)、他はすべて第1の実施例(図1、2)あるいは第2の実施例(図3)と同じにしてよい。

[0028] さらにまた、上部電極を分割して電流の注入量を調節することにより、さらにも高精度に半振波長を合わせることもできる。また回路格子としては利得あるいは吸収を抑つようした利得格合DFBとすることができる。

[0029] 以上説明したような方法により形成された半導体レーザは、等価屈折率のストライプ幅による変化がト書きないので、発振波長を回路格子のビッチにより精度良く決めることができ。図4に後述の構成(点線)と本発明の構成(屈折率差Δn=0.01と0.02の場合は)のストライプ幅に対する等価屈折率の変化の計算例を示す。

[0030] 図4において、横軸で示した範囲が1.5μm帯±0.6nmの波長変化に対する等価屈折率の範囲であり、この範囲内に発振波長を合わせるのに必要なストライプ幅の作製精度は1±0.03nmから2±0.3nm(Δn=0.02)へ大きさ緩和されることが分かる。

[0031] また、プロセス中でマスク合わせ工程が異なる結果であり、この範囲内に発振波長を合わせるのに必要なストライプ幅の作製精度は1±0.03nmから2±0.3nm(Δn=0.02)へ大きさ緩和されることが分かる。

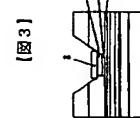
[0032] また、エッチャングも高精度を行うことが容易であるため、プロセスの再現性が高い。このため斜面通りの特性が再現性良く得られる。さらに、活性層に量子井戸を使ってもプロセス中にゲインピークが変化しない、したがって電波共振層の屈折率の精密な測定の精度を安定化し利用しDや接合層の精度が必要なWDM用多波長集積化LDなどに用いて最適である。

6)

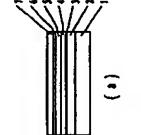
9

10

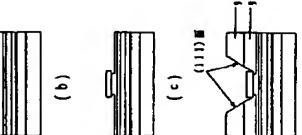
14, 15 電極



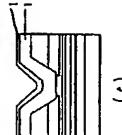
[図1]



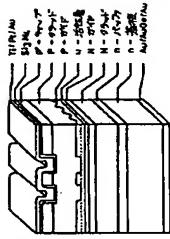
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]